

Documento de Trabajo 2004-05
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Universidad de Zaragoza

**Impacto de las Tecnologías de la Información en la
Productividad de las Empresas Españolas¹**

Carmen Galve Gorriz y Ana Gargallo Castel

Dpto. Economía y Dirección de Empresas

Universidad de Zaragoza

Resumen: La importancia adquirida por las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los últimos años ha obligado a estudiar en profundidad su repercusión en los resultados organizacionales. Los trabajos existentes difieren en la conceptualización de los diferentes elementos y sus interrelaciones. En este artículo se analiza la influencia de las TIC, y de sus relaciones con otros elementos organizativos, sobre la productividad de la empresa española. De los resultados se desprende que el compromiso de la dirección y la cualificación de los trabajadores son algunos de los aspectos a tener en cuenta para conseguir un mejor aprovechamiento de las TIC.

Palabras Clave: Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), productividad, recursos complementarios, organización.

Clasificación JEL: J24 (Productividad del Trabajo), D24 (Productividad del capital y del total de factores), G32 (Estructura del capital y de la propiedad), O30 (Cambio Tecnológico)

Dirección: Ana Gargallo Castel. Departamento de Economía y Dirección de Empresas. Facultad de Humanidades y CC. Sociales de Teruel. Universidad de Zaragoza. Ciudad Escolar, s/n. 44003-TERUEL. Tfno: 976- 761000, ext. 863075. Fax: 976-761767. e-mail: gargallo@unizar.es.

¹ El presente trabajo es parte de los resultados obtenidos bajo el marco del proyecto de investigación SEC2002-00835 financiado por el MCYT-FEDER y de la Cátedra de la Empresa Familiar de la Universidad de Zaragoza.

1. Introducción

Las condiciones del entorno, cada vez más competitivo, han obligado a las empresas a realizar cambios para adaptarse al mismo y para conseguir mantenerse en el mercado. En este escenario, las empresas españolas, se han visto obligadas a innovar e incorporar nuevos activos tecnológicos, como vía para mejorar su productividad y conseguir ventaja competitiva sostenible (García y Huerta, 1999).

Entre los cambios tecnológicos que han afectado de forma especial a las empresas en los últimos años, destaca la introducción de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación². Dichas tecnologías ofrecen, según diversos autores, nuevas expectativas para las empresas y consiguen incrementar de forma extraordinaria la capacidad de las organizaciones para explotar enlaces con otras actividades (Turner, 2001; OCDE, 2003). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ofrecen nuevas oportunidades para su uso estratégico (Benjamin *et al.*, 1984) tanto para las grandes empresas como para las pequeñas (Bergeron y Raymond, 1992; Matías, 2000) al facilitar la expansión del abanico de productos, la mejora del servicio al cliente, la mejor respuesta a la demanda y el desarrollo de la innovación (OCDE, 2003).

Buena muestra del interés que despierta este tema es una de las últimas publicaciones de la OCDE sobre la medición de los beneficios de las TIC (OCDE, 2003), así como varios trabajos anteriores de la misma organización (OCDE, 2001a), en los cuales se reitera la importante contribución de las TIC para la mejora de la productividad y el crecimiento económico. Todo esto a pesar de las enormes transformaciones que se han producido en el panorama económico tras las recientes caídas bursátiles del sector tecnológico (OCDE, 2002, pp. 2).

La importancia del tema y la escasez de investigaciones para el caso español justifica el interés por el estudio de su impacto en las empresas españolas.

El objetivo de este trabajo es avanzar en el conocimiento de la contribución de las TIC a la productividad de las empresas españolas, analizando también aquellos elementos que, por ser complementarios a las TIC, permiten que ese efecto sea mayor. Para ello, en la primera parte del trabajo se recoge una revisión de la literatura más relevante sobre el tema y en la segunda se desarrolla un análisis empírico sobre el impacto de las TIC para el caso español. Los resultados reflejan que el efecto de las TIC

² Para ver cifras concretas ver el anexo 1 con datos para varios países de la OCDE.

sobre la productividad de la empresa es positivo, pero que resulta mayor si se dan una serie de condiciones, entre las que destaca la necesidad de complementar la utilización de las nuevas tecnologías con una actitud proactiva por parte de la dirección hacia la innovación y con unos recursos humanos cualificados.

2. Revisión de la literatura

La Revolución de la Información no es nueva, en EE.UU. el movimiento hacia una economía basada en la información comenzó en los años 60. A partir de los setenta aparece diversa literatura centrada en la importancia de los sistemas de información (Galbraith, 1973).

Posteriormente, en la década de los ochenta la literatura es abundante, aunque en su mayoría recoge casos anecdóticos o análisis teóricos, con escasos estudios empíricos al respecto.

Pero ha sido en los últimos veinte años cuando los rápidos avances tecnológicos han permitido que las denominadas TIC hayan aumentado su presencia en la gran mayoría de los sectores económicos y en la sociedad en su conjunto, causando importantes modificaciones en las empresas y contribuyendo de forma importante al crecimiento económico de los países (Jorgenson y Stiroh, 2000; Oliner y Sichel, 2000; Schreyer, 2000; Colecchia y Schreyer, 2001; OCDE, 2001b)³, hasta el punto de que algunos no dudan en hablar de una 3ª Revolución comparable a la producida por la máquina de vapor, el ferrocarril, el motor de explosión o la aplicación industrial de la electricidad.

Las implicaciones tan importantes de los avances tecnológicos en los distintos mercados y en la sociedad en su conjunto, justifican el interés de académicos y profesionales sobre el impacto de las TIC en la formulación e implantación de la estrategia y su impacto en los resultados, medidos en términos de beneficios, productividad, satisfacción del cliente o valor de mercado, entre otros, siendo los resultados obtenidos por los distintos autores muy diversos.

Entre los trabajos que demuestran la importancia de las tecnologías de la información en la generación de valor destacan los siguientes.

³ Ver Van Ark (2001) para un análisis detallado y una comparativa sobre la productividad entre países.

Recientemente, autores como Bharadwaj y Bharadwaj (1999), Brynjolfsson y Yang (1999) y Brynjolfsson *et al.* (2000), entre otros, obtienen relaciones positivas entre las inversiones en tecnologías de la información y el valor de mercado de la empresa, que consideran procedentes de la valoración positiva de los accionistas sobre los activos intangibles que lleva asociados dicha inversión. No obstante, Dos Santos *et al.* (1993), en un análisis sobre el efecto de los anuncios de inversiones en tecnologías de la información en el precio de mercado de las empresas obtiene que el efecto sólo es positivo para las tecnologías de la información que clasifica como “*innovadoras*”.

Otros trabajos analizan los efectos de las TIC en la mejora de los beneficios o resultados de la empresa y en la creación de valor para los consumidores (Hitt y Brynjolfsson, 1996), obteniendo resultados diversos; y autores como Barua *et al.* (1995) estudia el impacto de las TIC en las variables intermedias, como el nivel de inventarios, tiempos etc., como medidas de la eficiencia directa e indirecta.

Pero a pesar de las múltiples medidas de resultados utilizadas en la literatura para determinar el efecto de las tecnologías de la información en los resultados, una de las más recurrentes ha sido el análisis de la productividad de la empresa y el producto marginal.

A este respecto Lichtenberg (1995), Brynjolfsson y Hitt (1995; 1996; 1997a) obtienen, con una muestra de empresas desde 1988 a 1992, que el beneficio marginal bruto del output asociado a las inversiones en tecnologías de la información parece ser mayor al coste marginal de las mismas.

A nivel sectorial, Prasad y Harker (1997) realizan un análisis para la industria bancaria y obtienen efectos positivos del factor trabajo de TIC en la productividad. En el sector de la distribución algunos estudios reflejan que las ganancias en la productividad se explican por un mayor uso de las tecnologías de la información (Reardon *et al.*, 1996).

En un trabajo posterior Brynjolfsson y Hitt (1998) analizan empíricamente cómo la combinación de tecnologías de la información y diseño organizativo afecta positivamente a la productividad de la empresa, sobre 380 empresas procedentes de la base de datos Fortune 1000 entre los años 1995 y 1996.

Para el caso español, DMR Consulting-SEDISE (2003), en un trabajo reciente, obtiene una relación positiva entre uso de las TIC y la productividad para varios sectores.

Sin embargo, existen diversos estudios que presentan evidencias contradictorias. Ya en la década de los ochenta autores como Warner (1987) y Clemons (1986) cuestionan el optimismo existente en el momento ante estas tecnologías y analizan los riesgos y costes de las inversiones y las dificultades de su integración con la estrategia de la empresa. Surgen trabajos empíricos que no encuentran relaciones positivas entre tecnologías de la información y *performance*, tales como los de Strassmann (1985) que analiza el impacto de las TIC sobre los beneficios y la productividad en una muestra de 38 empresas del sector servicios; Floyd y Wooldrige (1990); Weill (1992) que obtienen distintos resultados en función del tipo de tecnologías consideradas; Loveman (1994), según el cual la contribución del capital de tecnologías de la información en el output es aproximadamente nulo o Kettinger et al. (1994) que observa disminuciones en los beneficios, en el valor de las acciones o en ambos tras la introducción de tecnologías de la información.

Estos trabajos se enmarcan dentro de la denominada Paradoja de la productividad (Solow, 1987), que se resume en la conocida frase de este autor “*Veo los ordenadores en todas partes excepto en las estadísticas de productividad*” y que ha sido abundantemente tratada en trabajos posteriores (Brynjolfsson, 1993; Berndt y Malone, 1995 Brynjolfsson y Hitt, 1996).

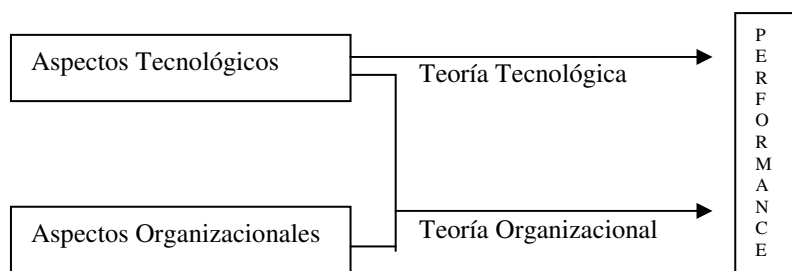
A lo largo de los años se han dado diferentes explicaciones a esta aparente falta de relación entre tecnologías de la información y resultados empresariales, tales como problemas de medida y selección de la muestra, diferimiento de los resultados como consecuencia de las curvas de aprendizaje; problemas de sobreinversión relacionados con los costes de agencia; que se trate de una situación de juego de suma cero o que la paradoja sea real pero temporal por la existencia de “costes de ajuste” (Brynjolfsson, 1993; Griliches, 1995; Hitt y Brynjolfsson, 1996; Schreyer, 1998).

Desde el marco de la Teoría de Recursos y Capacidades (Barney, 1991; Peteraf, 1993) y la Teoría de las Complementariedades (Milgrom y Roberts, 1995; Salas, 1999), se argumenta que la simple inversión en TIC no genera mejoras en los resultados de la empresa, sino que es la existencia de recursos complementarios y la utilización conjunta

de estos con las TIC, lo que explica los resultados aparentemente contrarios que se dan entre los distintos estudios.

De forma análoga el enfoque sociotecnológico recoge que, para maximizar los resultados de la tecnología, debe existir un adecuado alineamiento entre las decisiones tecnológicas y multitud de decisiones organizativas - imperativo organizacional frente al imperativo puramente tecnológico- (Miller y Rice, 1967; Markus y Robey, 1988), ya que los cambios en uno de dichos ámbitos afectan al otro (Cabrera y Cabrera, 2001).

Figura 1. Imperativo organizacional



A este respecto, muchos de los sistemas de información se han guiado sólo por la tecnología olvidando las conexiones entre tecnología y organización (Cabrera y Cabrera, 2001).

Entre los recursos complementarios a estudiar se encuentran los recursos humanos, cuyo estudio como factor determinante de la productividad no es nuevo, pero que ha sido reconocido posteriormente como elemento complementario a las TIC (OCDE, 2001a).

Powell y Dent-Micallef (1997) obtienen que las TIC crean ventaja competitiva cuando se explotan junto con recursos complementarios preexistentes en la empresa como los recursos humanos y los recursos de negocio. Francalanci y Galal (1998) adoptan un modelo de productividad que recoge como el incremento en inversiones en TIC está asociado con incrementos en la productividad cuando viene acompañado por cambios en la composición de los trabajadores (en concreto un aumento en la proporción de directivos). Posteriormente, Bresnahan *et al.* (2002) obtienen que la utilización de TIC debe combinarse con trabajadores de mayor cualificación.

Bharadwaj (2000) adoptando el marco de la teoría de recursos y capacidades, destaca la importancia de las infraestructuras de TIC, los recursos humanos y los recursos intangibles como la orientación a los consumidores, el valor del conocimiento y las sinergias con proveedores y clientes. Otros autores hablan también de la necesidad de un ajuste entre la gestión de las tecnologías de la información y recursos complementarios, como la estrategia de la empresa, la estructura organizativa, los recursos humanos o los recursos organizacionales, entre otros (Bergeron y Raymond, 1999 y Ramírez, 2001).

Otro de los elementos recogidos en la literatura hace referencia al compromiso de los directivos, puesto que la falta de implicación de estos puede llevar a rigideces que generen el fracaso de las tecnologías de la información (Ginsberg y Venkatraman, 1992; Henderson y Venkatraman, 1994).

A ese respecto Neo (1988) obtiene que las TIC por si solas no generan ventaja, sino que deben combinarse con una cultura que favorezca el aprendizaje, la experiencia y que permita llevar a cabo cambios organizativos en la empresa para conseguir un adecuado ajuste entre los elementos organizativos y los tecnológicos. Nuevos procesos y prácticas como el rediseño de puestos pueden resultar más beneficiosos (Verdin, 1988). En esa línea Ramírez (2001) obtiene que la adopción de modelos de implicación de los trabajadores, TQM y reingeniería, influye positivamente en la repercusión de las TIC en el resultado.

Por el contrario, el fracaso en los resultados alcanzados por las TIC pueden deberse a que los directores subestiman la importancia de los cambios organizativos, de procesos o culturales necesarios (Zuboff 1988), así como a la propia resistencia a los cambios (Hannan y Freeman, 1984).

Dentro de los trabajos más recientes se encuentra el de Ko y Osei-Bryson (2004) en el cual analizan el impacto de las TIC en los resultados de 1130 hospitales de Estados Unidos, de 1976-1994y se obtiene que las decisiones de inversión en TIC no pueden tomarse sin tener en cuenta las inversiones en el resto de variables organizacionales, lo que resume gran parte de las ideas expuestas anteriormente.

3. Planteamiento de hipótesis

Como ya se ha expuesto, a pesar de la literatura existente siguen siendo escasos los trabajos fuera del ámbito de los EE.UU.⁴. Esta escasez de estudios sobre las TIC para el colectivo de empresas españolas justifica la necesidad de un estudio detallado al respecto.

El objetivo de este trabajo es analizar el impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en la productividad de la empresa española. El estudio aporta además, una nueva metodología que incluye los efectos complementarios entre el stock de TIC y los recursos humanos y organizativos, utilizando una fuente de información que difiere de los estudios existentes, la Encuesta de Estrategias Empresariales. Este análisis resulta interesante ya que como se ha visto en la revisión de la literatura los estudios son muy variados y las conclusiones a menudo contradictorias, por lo que con este trabajo se ofrece una nueva evidencia empírica sobre la importancia de las TIC en la productividad.

Frente a gran parte de los estudios previos en los que se establecen relaciones directas entre mayores inversiones en tecnologías de la información y mejoras en la productividad -imperativo tecnológico (Miller y Rice, 1967)-, en este estudio se recogen también variables organizacionales, puesto que, como postulaba Robey (1977), la tecnología por si sola será un mal predictor de la productividad. Por tanto la exclusión de estas variables en el modelo de productividad puede distorsionar la medición del impacto de la tecnología.

Esta podría ser la explicación a los resultados contradictorios obtenidos en diversos estudios en los que no se aprecia un efecto positivo de las TIC sobre los resultados organizacionales. A este respecto, Morrison y Berndt (1990) obtienen que, para una muestra de 1968 a 1986, los beneficios marginales de las TIC para 20 industrias son nulos e incluso negativos.

Igualmente, Loveman (1994) en sus primeros análisis con empresas manufactureras, no encuentra evidencia de beneficios marginales netos para el capital correspondiente a las TIC, lo que considera que se debe a la falta de los cambios organizacionales complementarios.

⁴ Esto puede deberse a la falta de datos sobre TIC en otros países, mientras que en EEUU el gobierno a través del *Bureau of Economic Analysis* ofrece datos detallados sobre inversión en TIC.

Powell y Dent-Micallef (1997) en un estudio en el sector de vendedores detallistas, obtienen que las TIC en sí mismas no producen efectos positivos en el performance de la empresa, sino que, por el contrario, el coeficiente que acompaña a las TIC presenta un valor negativo. La ventaja competitiva no se consigue por la inversión en sí misma, sino que será el uso eficaz y eficiente de estas tecnologías lo que diferenciará a unas empresas de otras (Bharadwaj, 2000).

Siguiendo estos estudios, la primera hipótesis que se plantea en este trabajo es la siguiente:

Hipótesis 1: “*El impacto de las TIC en la productividad, por sí sólo, no será positivo*”.

Como se ha visto en la literatura son múltiples los estudios que plantean la necesidad de un ajuste entre la gestión de las TIC y diversos elementos complementarios. Autores como Powell y Dent- Micallef (1997), Bresnahan *et al.* (2001) o Huerta y Larraza (2002) argumentan que la consecución de ventajas competitivas sostenibles depende del modo en que se desarrollen las TIC, debiendo ir acompañadas de recursos complementarios⁵.

Uno de los recursos complementarios más citado es el que se refiere a los recursos humanos. En concreto, la literatura destaca el aumento de la necesidad de trabajadores de mayor cualificación en detrimento de los menos cualificados.

Los trabajadores más cualificados estarán en mejor posición para aprovechar la potencialidad de las ICT más eficientemente que aquellos menos cualificados (Borghans y Ter Weel, 2003; Bresnahan *et.*, 2002) ya que si bien las habilidades necesarias para la utilización de las ICT pueden poseerlas los trabajadores con escasa cualificación, suelen ser habilidades asociadas mayoritariamente con los trabajadores de mayor cualificación (Borghans y Ter Weel, 2000).

Existen diversos trabajos empíricos que analizan la relación entre inversiones en TIC y la composición de los trabajadores.

Brynjolfsson y Hitt (1998) obtienen que las inversiones en TIC tienen mayores efectos sobre el output cuando se complementan con altas habilidades de los trabajadores. Francalaci y Galal (1998) obtienen resultados similares en la

⁵ Dependiendo de los autores nombras diferentes recursos complementarios, pero siempre en la línea de los recursos humanos, la estructura y la cultura organizacional, etc.

productividad de las empresas de seguros. Bharadwaj (2000) muestra que las empresas con unos recursos humanos complementarios a las TIC presentan ratios más favorables que el resto porque consiguen integrar más eficazmente las TIC en el proceso de planificación de negocio, concebir y desarrollar aplicaciones que reducen costes, mejorar las comunicaciones entre las distintas unidades de negocio, anticipar futuras necesidades de la empresa y desarrollar nuevos productos antes que los competidores. Todo lo anterior permite plantear la siguiente hipótesis:

Hipótesis 2: “El impacto de las TIC en la productividad será mayor si se combina con altas cualificaciones de los trabajadores.”

Además, los atributos de los CEO serán especialmente relevantes para conseguir el éxito de las tecnologías de la información (Ginsberg y Venkatraman, 1992; Henderson y Venkatraman, 1994). La introducción de estas tecnologías requiere de un cambio en las maneras de pensar, gestionar y trabajar (Thorp, 1998) por lo que la actitud de la dirección ante las tecnologías será otro de los elementos con los que debe darse un adecuado ajuste.

La implicación de los directivos permite que la gestión de la tecnología esté recogida en la estrategia y que, por tanto, se destinen los fondos necesarios para la implementación e integración de las TIC así como para asegurar las inversiones futuras necesarias (Kettinger *et al.*, 1994). A este respecto Brynjolfsson y Hitt (1997b) obtiene que las empresas “extrovertidas frente a las TIC” presentan una productividad ligeramente mayor, que coincide con mayores cambios en el resto de la organización. Los directivos que están sensibilizados ante el impacto de las TIC y desarrollan acciones complementarias pueden alcanzar la máxima eficiencia de las tecnologías de la información (Verdin, 1988).

Todo esto permite plantear la tercera de las hipótesis:

Hipótesis 3: “El impacto de las TIC en la productividad será mayor cuando se combine con una dirección proactiva frente a las nuevas tecnologías.”

4. Descripción de las variables

Para contrastar las hipótesis anteriores se utiliza información procedente de la Encuesta de Estrategias Empresariales (ESEE). Siguiendo a Brynjolfsson y Hitt (1998)

se utiliza el *stock de TIC* (K_{TIC}) como medida del capital productivo correspondiente a las TIC. Para calcular el stock de capital en un determinado periodo, Hall (1990) propone utilizar la suma de las inversiones realizadas y la ratio de depreciación de las inversiones.

$$K_{TICi} = R_t(TIC) + (1 - d)K_{TICi-1}$$

Se trata de capitalizar el valor de las inversiones efectuadas a lo largo de los años, corregidas por el índice de depreciación sufrida por dichos activos, o lo que es lo mismo, según el modelo de inventario permanente, el stock de capital de tecnologías de la información se calcula como:

Donde:

d es la tasa de depreciación de los activos de tecnologías de la información,

K_{TICi-1} es el stock de tecnologías de la información de la empresa i en el periodo $t-1$,

K_{TICi} el stock de tecnologías de la información de la empresa i en el periodo t ,

R_t es la inversión real realizada por la empresa i durante el periodo t .

Para calcular la tasa de depreciación de las TIC, se utiliza la aproximación realizada por Lichtenberg (1995) sobre los ratios de depreciación para el stock de TIC, que se sitúa en el 0.2. Este índice equivale a un periodo de amortización de cinco años, práctica común entre las empresas⁶.

En el modelo se introduce dicha variable relativizada por el personal total de la empresa, lo que permite reflejar la intensidad de capital de TIC por trabajador.

Como medida del resto de capital productivo se utiliza la variable *Stock de Capital convencional* (K_{NTIC}). Del mismo modo que en Lichtenberg (1995), esta variable se define como la diferencia entre el inmovilizado neto total, obtenido a través de las partidas del balance de la empresa, menos la parte de inmovilizado

⁶ La Administración de Hacienda, dentro de las tablas de amortizaciones ofrece varias posibilidades, entre las que también se encuentra la que se adopta en este estudio.

correspondiente al stock de TIC⁷, calculado como se recoge anteriormente. Del mismo modo que en la variable anterior, se relativiza por el total de trabajadores de la empresa, obteniéndose la intensidad de capital convencional de la empresa.

Como variable de resultados se utiliza la *productividad* del trabajo medida como la relación entre el valor añadido y el personal total de la empresa.

Con el objeto de recoger los efectos conjuntos de las TIC y los recursos complementarios, se introducen tres variables dummies multiplicativas que toman el valor 1 cuando la empresa posee conjuntamente las TIC y cada uno de los recursos complementarios, respectivamente y 0 en caso contrario.

En cuanto a la cualificación de los trabajadores, siguiendo a diversos autores (Bresnahan et al. 2002) se utiliza el nivel de educación completado por los trabajadores. Esta variable permite realizar una aproximación al nivel de conocimientos, habilidades y competencias que poseen los trabajadores, puesto que la medición directa de estos parámetros resulta difícil (OCDE, 2001c).

De acuerdo con dicho criterio, se distinguen dos tipos de trabajadores: los trabajadores cualificados, medidos por el “número de trabajadores licenciados e ingenieros superiores, técnicos, peritos y ayudantes titulados que posee la empresa” y el resto de trabajadores, definidos como el “número de trabajadores no titulados”. A partir de estas medidas se construye una variable dummy que recoge la interacción entre la existencia de tecnologías de la información en la empresa y la intensidad de trabajadores cualificados, medida como la existencia de un número de trabajadores cualificados superior a la media del sector (*TICcualific*). La variable multiplicativa tomará el valor 1 cuando la empresa posea un número de trabajadores cualificados superiores a la media del sector y a su vez un stock de TIC positivo y 0 en otro caso.

Otra variable complementaria al uso de TIC es la actitud de la dirección en la implantación de las nuevas tecnologías y el grado en el que la gestión de la tecnología está recogida en la estrategia.

⁷ Lichtenberg (1995) apunta que esta es una medida imperfecta del capital debido al uso de los valores históricos frente a los de remplazamiento y a la utilización de la depreciación contable en lugar de la económica, pero defiende que esto no plantea problemas puesto que la ratio valor histórico/valor real y depreciación contable/depreciación económica se mantiene constante para todas las empresas de un mismo sector, por lo que la inclusión de una variable dummy sectorial elimina el sesgo producido por la medición de K_{NTIC} a través de la resta $K - K_{TIC}$.

Para reflejar la implicación de la dirección se utilizan varias características estrechamente relacionadas con una dirección proactiva frente a las nuevas tecnologías, y por tanto, frente a las TIC. En concreto se construye una variable que mide “si existe un comité de tecnología e I+D en la empresa” o “si existe un plan de actividades de innovación” o si “la empresa utiliza algún indicador para medir los resultados de la innovación”. Esta variable se utiliza para construir otra de las dummies multiplicativas que refleja el efecto conjunto de la actitud de la dirección y el uso de las TIC en la productividad de la empresa (*TICdirecc*) que tomará el valor 1 cuando la empresa realice alguna de estas actividades junto con un stock de TIC positivo y 0 en caso contrario.

Como variables de control se incluyen dummies (*Ds*) que recogen el sector industrial en el que opera la empresa (Brynjolfsson y Hitt, 1995) medido a través del código de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE) y el tamaño de la misma (Powell y Dent-Micallef, 1997), a través de la variable número de trabajadores (*L*).

Por último, para corregir las diferencias de forma jurídica, se incluye en la regresión una variable dummy que controla por la *forma jurídica* de la empresa distinguiendo entre S.A. y S.L.

5. Metodología y resultados: evidencia sobre el análisis de la productividad

Para llevar a cabo el análisis empírico se ha utilizado la base de datos de la Encuesta de Estrategias Empresariales (ESEE), para el año 1998.

La muestra utilizada está compuesta por 1167 empresas. La composición de las mismas por sectores es diversa y se ha evitado analizar solamente empresas de sectores punteros porque, aunque puede resultar adecuado para realizar análisis sobre la evolución futura del resto de empresas, no lo es para obtener resultados que reflejen de forma generalizada la realidad (Cressey, 1990).

Las principales características de la muestra se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 1.- Principales estadísticos de la muestra

	Media	DT
Ln Productividad	1.7225	0.65148
Ln Capital de TIC relativo	-1.4242	13.09866
Ln Capital de No TIC relativo	8.1881	1.34373
ln Personal Total	4.4271	1.54025
Multiplicativa TIC y Cualificación	0.2264	0.41869
Multiplicativa TIC y Dirección	0.3456	0.47578
Nº Empresas Total	1167	

DT: Desviación típica

De forma consistente con trabajos previos (Hitt y Brynjolfsson, 1996; Lichtenberg, 1995; Brynjolfsson y Hitt, 1993,1996) se modeliza el proceso de producción utilizando una función de producción estándar en la que el stock de TIC se considera un nuevo factor de producción diferenciado. Para ello se utiliza una función Cobb-Douglas ya que su formulación ha demostrado ser consistente en este contexto (Loveman, 1994).

Realizando las modificaciones necesarias, se especifica el siguiente modelo de producción en el que, además de las variables de control, se incluyen las variables dummies que recogen la interacción de las TIC con diversos recursos complementarios⁸.

$$Ln(VA/L) = LnA + \beta_1 Ln(K_{TIC}/L) + \beta_2 Ln(K_{NTIC}/L) + \beta_3 Ln(L) + \sum_j \beta_j Dummies + \mu \quad (1)$$

⁸ La variable K_{TIC} tomará valores nulos si la empresa no ha realizado nunca inversiones en TIC, o si su valor neto es nulo por haberse depreciado. En esos casos, dado que el modelo exige la transformación logarítmica de dicha variable, se considerará un valor λ , próximo a cero que permita realizar el análisis.

El coeficiente de las variables que combinan varios efectos, indica la dirección del efecto conjunto de las variables. Por ejemplo un signo negativo indica que aumentos o disminuciones de ambas variables afectan negativamente a la productividad.

Desde una perspectiva estadística los modelos en los que las interrelaciones son significativas ofrecen estimaciones más correctas que aquellos modelos que asumen que las interrelaciones entre las variables explicativas son nulas (Afifi y Clarck, 1990).

Tabla 2.- Coeficientes del modelo

	Coeficientes estandarizados
Intensidad de TIC	0.063***
Intensidad de capital convencional	0.356***
Tamaño	0.109***
Multiplicativa TIC y Cualificación	0.117***
Multiplicativa TIC y Dirección	0.056**
Dummy S.A.	0.099***
R²	48 %
R² corregido	47.3 %

*p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01

Nota: Los análisis se han realizado controlando por sector, información que se omite en el cuadro resumen por simplicidad.

La Tabla 2 recoge los resultados del análisis de regresión por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) entre el conjunto de las variables explicativas presentadas anteriormente y la productividad, especificado en la ecuación (1).

También se han realizado diversos test para asegurar que el análisis no viola ninguna de las asunciones econométricas básicas⁹. Los resultados obtenidos reflejan que dichas variables explican el 47,3 % de la variación de esta. Se observa que la contribución de la las TIC en la productividad es positiva y significativa, lo que impide aceptar la hipótesis 1 que planteaba una relación negativa entre TIC y productividad. No obstante, se observa que su contribución es mucho menor que en el caso del resto de capital, un coeficiente de elasticidad de un 0.063 frente a un 0. 356 para el resto de capital. Esto podría deberse a que, en parte, los beneficios de las TIC vienen explicados

⁹Se recoge además el análisis de correlaciones entre las variables independientes donde se observa que no existen problemas de correlación entre las mismas. La tabla de correlaciones se presenta en el anexo 2.

por su uso junto con otros recursos complementarios como se desprendía de los trabajos revisados en la literatura. En concreto, se obtiene que tanto el coeficiente de la variable que recoge las interacciones entre las TIC y la cualificación de los trabajadores, como el de la variable referente a las interacciones entre las TIC y una dirección proactiva frente a la tecnología, son positivos y estadísticamente significativos. Eso permite aceptar las hipótesis 2 y 3 y confirma que, de acuerdo con la perspectiva de las complementariedades y con el imperativo organizacional, parte de los beneficios de las tecnologías de la información vienen explicados por su uso junto con otros recursos complementarios.

De estos resultados se desprende que para que el aumento en la productividad sea sustancial no sólo deben realizarse inversiones en nuevas tecnologías, sino que es necesario que la empresa acometa de forma conjunta una serie de cambios, dado que la ventaja competitiva no procede únicamente de las inversiones en TIC por sí solas, sino también de la interacción de dichas tecnologías con diferentes recursos organizacionales.

En cuanto a la forma jurídica se obtienen efectos superiores para las Sociedades Anónimas frente a las Sociedades Limitadas (coeficiente de 0.099).

6. Conclusiones

Este trabajo plantea una nueva evidencia empírica sobre la importancia de las TIC y sus efectos en la productividad de las empresas españolas. Este tipo de análisis resultan importantes puesto que, aunque como se ha visto la literatura es amplia, los resultados no son concluyentes y los estudios existentes corresponden, en su mayoría, al caso estadounidense, siendo limitada la evidencia en la literatura para el caso español.

Para ello se utiliza una muestra de 1167 empresas procedente de la Encuesta de Estrategias Empresariales (ESEE), para el año 1998.

Los resultados del trabajo ofrecen una nueva evidencia empírica para las empresas españolas y demuestran que las diferencias en los efectos de las TIC en la productividad entre empresas pueden venir explicados por el uso conjunto de dichas tecnologías con otras prácticas complementarias como las descritas en el modelo, cualificación del personal y apoyo de la dirección. En concreto, se observa que el impacto de las TIC en la productividad es mayor cuando se combinan con trabajadores

cualificados y con la existencia de una dirección preocupada por evaluar las actuaciones en investigación en la empresa. Para medir estas variables complementarias se han utilizado aproximaciones que recogen por una parte el nivel educativo de los trabajadores, y por otra, diversas actuaciones de la dirección en relación con las nuevas tecnologías. Estas aproximaciones permiten solventar las dificultades de medición, aunque podrían ser ampliadas en un posterior estudio.

Los resultados del trabajo son coincidentes con diversos estudios para otros países, en los cuales se observa que el efecto de las TIC depende de su ajuste con elementos como una estructura organizativa y un estilo de dirección adecuados o la existencia de la formación y las aptitudes necesarias para el uso de TIC.

Todo ello deberá ser tenido en cuenta por las empresas anticipando la necesidad de estos factores (formación, flexibilidad organizativa, etc.) si desean que las mejoras sus resultados sean mayores. En caso contrario, como han señalado diversos autores, los beneficios de las TIC pueden no alcanzarse si no se realizan los cambios necesarios en el resto de recursos.

Estos resultados permiten conciliar las evidencias contrapuestos existentes en la literatura y arrojan luz nuevamente sobre la Paradoja de la Productividad.

7. Referencias

- Afifi, A.A. y Clarck, B. (1990). *Computer-Aided Multivariate Analysis*. Chapman & Hall, New York.
- Barney, J.B. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17, 99-120.
- Barua, A.; Kriebel, H.C. y Mukhopadhyay, T. (1995) Information Technologies and Business Value: An Analytic and Empirical Investigation. *Information Systems Research*, 6 (1), 3-23.
- Benjamin, R. I.; Rockart, J.F.; Scott Morton, M.S.; Wyman, J. (1984). Information Technology: A Strategic Opportunity. *Sloan Management Review*, 25 (3), 3-11.
- Bergeron, F. y Raymond, L. (1992). Planning of Information Systems to Gain a Competitive Edge. *Journal of Small Business Management*, 30 (1), 21-27.
- Bergeron, F. y Raymond, L. (1999). Does Information Technology really pay off?. *Cahier de reserche CR-99-11*, Institut de reserche sur les PME.

- Berndt, E. y Malone, T.W. (1995). Information Technology and the Productivity Paradox: Getting the Questions Right, *Economics of Innovation and New Technology*, 3, 177-182.
- Bharadwaj, A.S. (2000). A Resource-Based Perspective on Information Technology Capability and Firm Performance: An Empirical Investigation, *MIS Quarterly*, 24 (1), 169-197.
- Bharadwaj, A.S.; Bharadwaj, S.G. (1999). Information Technology Effects on Firm Performance as Mesured by Tobin's q. *Management Science*, 45 (7), 1008-1025.
- Borghans, L. y Ter Weel, B. (2003): "Computers, skills and wages", Working Paper July 2003, Maastricht University, The Netherlands, 2003.
- Bresnahan, T.; Brynjolfsson, E. y Hitt, L. (2002). Information Technology, Work Organizational and the Demand for Skilled Labor: Firm-level Evidence. *Quarterly Journal of Economics*, Febr 2002, 339-376.
- Brynjolfsson, E. (1993). The Productivity Paradox of Information Technology. *Communications of the ACM*, 36 (12), Business Computing, 66-77.
- Brynjolfsson, E. y Hitt L. (1997a). *Computing Productivity: Are Computer Pulling Their Weight?*. Mimeo, MIT.
- Brynjolfsson, E. y Hitt L. (1997b). Breaking Boundaries. *InformationWeek*, 09/22/97, Issue 649, 54-58.
- Brynjolfsson, E. y Hitt, L. (1995). Information Technology as a factor of production: The role of differences among firms, *Economics of Innovation and New Technology* (Special Issue on Information Technology and Productivity Paradox), 3 (4), 1995, 183-200.
- Brynjolfsson, E. y Hitt, L. (1996). Paradox lost? Firm-level evidence on the returns to information systems spending, *Management Science*, 42 (4), 541-558.
- Brynjolfsson, E. y Hitt, L. (1998). Information Technology and Organizational Design: Evidence from Microdata, *Working Paper MIT*, 1998.
- Brynjolfsson, E. y Yang, S. (1999). Intangible Costs and Benefits of Computer Investments: Evidence from the Financial Markets. *Comunicación presentada en la International Conference on Information Systems*, Atlanta, GA, December, 1997 (Versión revisada en Diciembre 1999).
- Brynjolfsson, E.; Hitt, L. y Yang, S. (2000). Intangible Assets: How the Interaction of Information Technology and Organizational Structure Affects Stock Market Valuations. *Brookings Papers on Economic. Macroeconomics*, 1, 137-199.
- Cabrera A. y Cabrera, E.F. (2001). La Gestión de las Empresas, Clave en la Implantación de las Nuevas Tecnologías de la Información. *Economía Industrial*, 339, 51-60.

- Clemons, E.K. 1986. Information systems for sustainable competitive advantage. *Information and Management*, 11 (8), 131-136.
- Colecchia, A. y Schreyer, P. (2001). ICT Investment and Economic Growth in the 1990s: Is the United States the Unique Case? A Comparative Study of Nine OECD Countries. *OCDE DSTI/DOC* (2001/7).
- Cressey, P. (1990). Tendencias de la participación de los trabajadores en las nuevas tecnologías. *Sociología del Trabajo*, 9, 89-116.
- DMR Consulting - SEDISE (2003). *Las Tecnologías de la Sociedad de la Información en la Empresa Española 2002*. SEDISE / DMR Consulting Madrid.
- Dos Santos, B.L.; Peffers, G.K. y Mauer, D.C. (1993). The impact of Information Technology Investment Announcements on the Market Value of the Firm. *Information System Research*, 4 (1), 1-23
- Floyd, S. W. y Wooldrige, B. (1990). Path Analysis of the relationship between competitive strategy, IT, and Financial Performance. *Journal of Information Systems*, 7 (1), 47-64.
- Francalanci C., and Galal, H. (1998). Information technology and worker composition: Determinants of productivity in the life insurance industry. *MIS Quarterly*, 22 (2), 227-241.
- Galbraith, J. R. (1973). *Designing complex organizations*. Addison-Wesley Publishing Company.
- García Olaverri, C. y Huerta Arribas, E. (1999). Esfuerzo Tecnológico y Competitividad. ¿Son las empresas españolas cada vez más flexibles?. *Papeles de Economía Española*, 81, 34-48.
- Ginsberg, A. y Venkatraman, N. (1992). Investing in new information technology: the role of competitive posture and issue diagnosis. *Strategic Management Journal*, 13, 37-53
- Griliches, Z. (1995). Comments on Measurement Issues in Relating IT Expenditures to Productivity Growth. *Economics of Innovation and New Technology*, 3, 317-321.
- Hall, B.H. (1990). The Manufacturing Sector Master File: 1959-1987. *NBER Working Paper*, Nº. 3366
- Hannan, M.T. & Freeman, J. (1984). Structural Inertia and Organizational Change. *American Sociological Review*, 49, 149-164
- Henderson y Venkatraman, (1994). Strategic Alignment: A Model for Organizational Transformation via Information Technology. En *Information Technology and the Corporation of the 1990's*, de T.J. Allen y M.S. Scott Morton (eds.) Oxford University Press, New York, 38-62

- Hitt, L. y Brynjolfsson, E. (1996). Productivity, Profit and Consumer Welfare: Three Different Measures of Information Technology Value. *MIS Quarterly*, 20 (2), 121-142.
- Jorgenson, D. y Stiroh, K.J. (2000). Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age, *Brooking Papers on Economic Activity*, 1, 125-211.
- Kettinger, William J.; Grover, Varun (1994). Strategic Information Systems Revisited: A Study in Sustainability and Performance. *MIS Quarterly*, 18 (1), 31-58.
- Ko, M. y Osei-Bryson, K. (2004). The productivity impact of information technology in the healthcare industry: an empirical study using a regression spline-based approach, *Information and Software Technology*, 46, 65-73
- Lichtenber, F. (1995). The Output Contribution of Computer Equipment and Personnel: A Firm Level Analysis. *Journal of Economics of Innovation and New Technology*, 3, 201-217.
- Loveman, W. (1994). An Assessment of Productivity Impact on Information Technologies, 84-110. En *Information Technology and the Corporation of the 1990's: Research Studies*, de Allen, T. J. And M.S. Scott Morton (ed.), MIT Press, Cambridge, MA.
- Markus y Robey, 1988). Information Technology and Organizational Change: Causal Structure in Theory and Research, *Management Science*, 34 (5), 583-598.
- Matías Pereda, J. (2000). Factores relevantes en la adopción de tecnologías de la información por la PYME española. *Economía Industrial*, 334, 45-53.
- Milgrom, P. y Roberts, J., (1995). Complementarities and Fit: Strategy, Structure and Organizational Change in Manufacturing. *Journal of Accounting and Economics*, 19 (2-3), 179-208.
- Miller, E. y Rice, A. (1967). *Systems of Organization: The Control of Task and Sentient Boundaries*. Tavistock, London.
- Neo, B. S. (1988). Factors Facilitating the Use of Information Technology for Competitive Advantage: Exploratory Study. *Information & Management*, 15 (3), 191-201.
- OCDE (2001a). *The New Economy Beyond the Hype The OECD Growth Project*. OECD, Paris.
- OCDE (2001b). *Drivers of Growth: Information Technology, Innovation and Entrepreneurship. Science, Technology and Industry Outlook*. Special Edition 2001. OECD, Paris.
- OCDE (2001c). *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2001* disponible en <http://www1.oecde.org/publications/e-book/92-2001-04-1-2987/>

- OCDE (2002). *Resumen Perspectivas de la OCDE sobre las IT 2002 OCDE*. Disponible en <http://www.oecd.org>. El artículo original OCDE (2002). *OECD Information Technology Outlook 2002*. OECD, Paris.
- OCDE (2003). *Seizing the Benefits of ICT in a Digital Economy*. Meeting of The OECD Council at Ministerial Level. OECD, Paris.
- Oliner, S.D. y Sichel, D.E. (2000). The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story', *Journal of Economic Perspectives*, 14 (4), 3-22.
- Peteraf, M. (1993). The cornerstones of competitive advantage: a resource-based view. *Strategic Management Journal*, 14, 179-191.
- Pinsonneault, A. y Kraemer, K.L. (1997). Middle Management Downsizing: An Empirical Investigation Technology. *Management Science*, 5, 659-679.
- Prasad, B. y Harker, P. T. (1997). Examining the Contribution of Information Technology Toward Productivity and Profitability in U.S. Retail Banking. *Working Paper 97-09, Financial Institutions Center*. The Wharton School. University of Pennsylvania.
- Price Waterhouse (1995). *Information Technology Review 1994/1995*. Price Waterhouse
- Reardon, J.; Hasty, R. y Coe, B. (1996). The Effects of Information Technology on Productivity in Retailing, *Journal of Retailing*, 72 (4), 445-461.
- Robey, D. (1977). Computers and Management Structure: Some Empirical Findings Reexamined, *Human Relations*, 30 (11), 963-976.
- Salas, V. (1999). Poder, relaciones y complementariedades en la teoría de la empresa. *Papeles de Economía Española*, 78-79, 2-16.
- Schreyer, P. (2000). The Contribution of Information and Communication Technologies to Output Growth, *OCDE DSTI/DOC 2000/2*, OCDE, Paris.
- Schreyer, P., (1998). Information and Communication Technology and the Measurement of Real Output, Final Demand and Productivity. *OCDE DSTI/DOC (1998)2*, OCDE, Paris.
- Solow, R.M. (1987). *We'd Better Watch Out*. New York Times Book Review, July 12.
- Strassman, P.A. (1985) *Information Payoff. The Transformation of Work in the Electronic Age*. Free Press, New York.
- Turner, C. (2001). *E-economía de la Información. Estrategias empresariales para competir en la era digital*. Ed. Deusto. Nueva Economía.
- Van Ark, B. (2001). The Renewal of the Old Economy: An International Comparative Perspective, *OCDE DSTI/DOC (2001)5*.

- Van Ark, B., R. Inklaar and R.H. McGuckin (2002), Changing Gear Productivity, ICT and Services: Europe and the United States, *Research Memorandum GD-60*, Groningen Growth and Development Centre, Faculty of Economics, University of Groningen, www.eco.rug.nl/ggdc/homeggdc.html.
- Verdin, J.A. (1988). The Impact of Computer Technology on Human Resource Information System Users. En *Managing Technological Development: Strategic and Human Resources Issues*, de U.E., Gattiker y L., Larwood (Eds). Walter de Gruyter, Berlin, New York, 1988.
- Warner, T.H. (1987). IT as a Competitive Burden, *Sloan Management Review*, Fall 1987, 55-61.
- Weill, P. (1992). The Relationship Between Investment in Information Technology and Firm Performance: A Study of the Valve Manufacturing Sector. *Information Systems Research*, 3 (4), 307-333.
- Zuboff, S. (1988). In the Age of Smart Machine: The Future of Work and Power. New York, Basic Books, Inc.

ANEXO.1 Inversiones en TIC⁽¹⁾ en los países de la OECD, 1980-2000

Proporción de inversión TIC en la inversión total no residencial			
	1980	1990	2000
EE.UU.	15.2	22.5	31.4
Finlandia	7.8	12.7	29.4
Australia	7.3	13.9	22.5
Reino Unido	5.6	13.8	22.0
Suiza	5.0	9.7	21.6
Canada	9.1	13.2	21.4
Netherlands	11.2	15.5	20.9
Alemania	7.7	13.9	19.2
Dinamarca	6.4	11.1	19.1
UE	6.9	12.3	16.9
Italia	8.0	14.2	16.7
Japon	7.0	10.8	16.0
Grecia	3.9	9.3	15.7
Irlanda	4.6	8.3	14.6
Francia	6.1	8.5	13.1
Austria	7.1	10.0	12.8
Belgica			12.0
Portugal	6.1	10.6	11.4
España	5.6	11.9	10.1

(1). Los equipamientos de TIC están definidos aquí como ordenadores, equipos de oficina y equipos de comunicación; el software incluye tanto el adquirido como el desarrollado internamente.

Fuente: Estimaciones de la OCDE basadas en datos nacionales (Colecchia y Schreyer, 2001 y Van Ark *et al.*, 2002).

ANEXO.2 Correlaciones

	Ln Productividad	Ln Capital de TIC relativo	Ln Capital de No TIC relativo	Ln Tamaño
Ln Productividad	1***			
Ln Capital de TIC relativo	0.327***	1***		
Ln Capital de No TIC relativo	0.586***	0.329***	1***	
Ln Tamaño	0.499***	0.362***	0.500***	1***

*** La correlación es significativa al nivel 0,001 (bilateral).

Documentos de Trabajo

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Zaragoza.

2002-01: “Evolution of Spanish Urban Structure During the Twentieth Century”. Luis Lanaspá, Fernando Pueyo y Fernando Sanz. Department of Economic Analysis, University of Zaragoza.

2002-02: “Una Nueva Perspectiva en la Medición del Capital Humano”. Gregorio Giménez y Blanca Simón. Departamento de Estructura, Historia Económica y Economía Pública, Universidad de Zaragoza.

2002-03: “A Practical Evaluation of Employee Productivity Using a Professional Data Base”. Raquel Ortega. Department of Business, University of Zaragoza.

2002-04: “La Información Financiera de las Entidades No Lucrativas: Una Perspectiva Internacional”. Isabel Brusca y Caridad Martí. Departamento de Contabilidad y Finanzas, Universidad de Zaragoza.

2003-01: “Las Opciones Reales y su Influencia en la Valoración de Empresas”. Manuel Espitia y Gema Pastor. Departamento de Economía y Dirección de Empresas, Universidad de Zaragoza.

2003-02: “The Valuation of Earnings Components by the Capital Markets. An International Comparison”. Susana Callao, Beatriz Cuellar, José Ignacio Jarne and José Antonio Laínez. Department of Accounting and Finance, University of Zaragoza.

2003-03: “Selection of the Informative Base in ARMA-GARCH Models”. Laura Muñoz, Pilar Olave and Manuel Salvador. Department of Statistics Methods, University of Zaragoza.

2003-04: “Structural Change and Productive Blocks in the Spanish Economy: An Input-Output Analysis for 1980-1994”. Julio Sánchez Chóliz and Rosa Duarte. Department of Economic Analysis, University of Zaragoza.

2003-05: “Automatic Monitoring and Intervention in Linear Gaussian State-Space Models: A Bayesian Approach”. Manuel Salvador and Pilar Gargallo. Department of Statistics Methods, University of Zaragoza.

2003-06: “An Application of the Data Envelopment Analysis Methodology in the Performance Assessment of the Zaragoza University Departments”. Emilio Martín. Department of Accounting and Finance, University of Zaragoza.

2003-07: “Harmonisation at the European Union: A Difficult but Needed Task”. Ana Yetano Sánchez. Department of Accounting and Finance, University of Zaragoza.

2003-08: “The Investment Activity of Spanish Firms with Tangible and Intangible Assets”. Manuel Espitia and Gema Pastor. Department of Business, University of Zaragoza.

2004-01: “Persistencia en la Performance de los Fondos de Inversión Españoles de Renta Variable Nacional (1994-2002)”. Luis Ferruz y María S. Vargas. Departamento de Contabilidad y Finanzas, Universidad de Zaragoza.

2004-02: “Calidad Institucional y Factores Político-culturales: Un Panorama Internacional por Niveles de Renta”. José Aixalá, Gema Fabro y Blanca Simón. Departamento de Estructura, Historia Económica y Economía Pública, Universidad de Zaragoza.

2004-03: “La Utilización de las Nuevas Tecnologías en la Contratación Pública”. José M^a Gimeno Feliú. Departamento de Derecho Público, Universidad de Zaragoza.

2004-04: “Valoración Económica y Financiera de los Trasvases Previstos en el Plan Hidrológico Nacional Español”. Pedro Arrojo Agudo. Departamento de Análisis Económico, Universidad de Zaragoza. Laura Sánchez Gallardo. Fundación Nueva Cultura del Agua.

2004-05: “Impacto de las Tecnologías de la Información en la Productividad de las Empresas Españolas”. Carmen Galve Gorriz y Ana Gargallo Castel. Departamento de Economía y Dirección de Empresas, Universidad de Zaragoza.